

THESIS

MUNICH

1966

VERÄNDERUNGEN DER BLUTELEKTROLYTE
BIKARBONAT UND CHLOR
IN DER NARKOSE BEI HUND UND PFERD

Heidi Weiß-Behringer

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

AUS DER CHIRURGISCHEN TIERKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Damäliger Vorstand: Prof. Dr. Dr. h. c. M. Westhues

VERÄNDERUNGEN DER BLUTELEKTROLYTE
BIKARBONAT UND CHLOR
IN DER NARKOSE BEI HUND UND PFERD

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

von

Heidi Weiß-Behringer

aus München

München 1966

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. A. MAYR
Referent: Prof. Dr. Dr. M. WESTHUES

Tag der mündlichen Prüfung: 28.7.1966

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

A) EINLEITUNG

B) BESPRECHUNG DES SCHRIFTTUMS

Das Verhalten der Elektrolyte Bikarbonat und Chlor unter physiologischen und pathologischen Verhältnissen im Organismus

C) DIE BESTIMMUNGSMETHODEN DER ANIONEN IM BLUTSERUM:

Das Prinzip der bisher wichtigsten Anionenbestimmungen

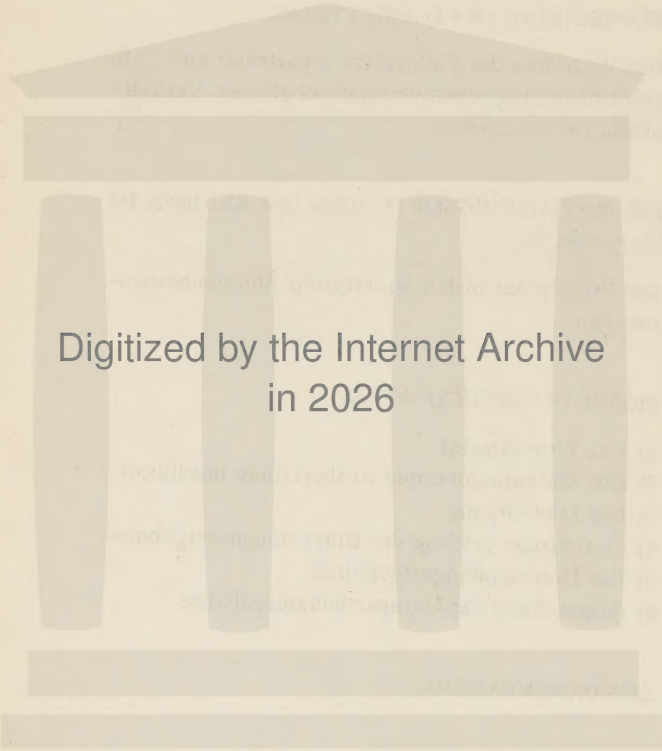
D) EIGENE UNTERSUCHUNGEN:

- 1) Das Tiermaterial
- 2) Die Blutentnahme und Aufbereitung des Blutes
- 3) Der Meßvorgang
- 4) Statistische Prüfung der Untersuchungsergebnisse
- 5) Die Untersuchungsergebnisse
- 6) Besprechung der Untersuchungsergebnisse

E) ZUSAMMENFASSUNG

F) LITERATURVERZEICHNIS

G) LEBENSLAUF



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A. EINLEITUNG

Die überragende Bedeutung des Wasser- und Elektrolythaushaltes des Organismus wurde in den letzten zwei Jahrzehnten immer mehr aufgedeckt.

Auch in der Chirurgie können chirurgische Erkrankungen, Blutverlust, schwerwiegende Eingriffe und tiefe Narkosen gefährliche Entgleisungen des Wasser- und Salzhaushaltes bedingen und zu lebensbedrohlichen Komplikationen und Störungen des Heilverlaufes und der Wundheilung führen.

Im Gegensatz zur Humanmedizin, in der das Wissen über die Bedeutung der Elektrolyte in der inneren Medizin und in der Chirurgie schon länger Beachtung findet, wird diesem Gebiet in der Veterinärmedizin erst in jüngerer Zeit die nötige Beachtung geschenkt.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Einfluß von Narkosemitteln auf die wichtigsten Elektrolyte der Anionenreihe, Bikarbonat und Chlor. Sie ermittelt die Zustände dieser Elektrolyte vor, während und nach der Narkose.

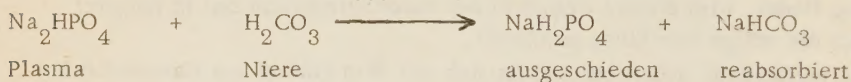
B. BESPRECHUNG DES SCHRIFTTUMS

Das Verhalten der Elektrolyte Bikarbonat und Chlor unter physiologischen Verhältnissen im Organismus

Im allgemeinen werden die Elektrolyte mit der Nahrung aufgenommen, und zwar in Form anorganischer Salze. Bei normaler Kost ist der Elektrolytbedarf vollauf gedeckt, meist übersteigt die Zufuhr den Bedarf.

Die tägliche Aufnahme von Chlorid hängt von der Nahrung ab, wogegen Bikarbonat in der normalen Kost kaum oder nur sehr wenig enthalten ist. Das Bikarbonat im Körper stammt aus dem Gewebsstoffwechsel. Um eine Erschöpfung des Körperbestandes an Bikarbonat zu verhüten, werden zu beseitigende Säuren dadurch neutralisiert, daß die der Niere zugeführten neutralen Salze durch Austausch mit Stoffwechselkohlenensäure in saure Salze verwandelt werden und Bikarbonat gegen Ammoniak ausgetauscht wird.

Diese Prozesse lassen sich wie folgt schematisieren:



Chlorid wird sehr rasch resorbiert. Nach LANG (23) ließ es sich beim Menschen schon nach 3-4 Minuten im Kreislauf nachweisen. Nach drei Stunden war die Resorption vollständig. Der rasche Austausch von Chlor zwischen Blutflüssigkeit und den Zellen deutet darauf hin, daß er durch passive Diffusion erfolgt. Die Ausscheidung der Elektrolyte erfolgt auf drei Wegen: durch den Stuhl, den Urin und den Schweiß.

Der Chlorid-Verlust im normalen Stuhl ist unter physiologischen Umständen gering. Nach JEANNERET und Mitarbeiter (21) (zit. nach FLEISCHER-FRÖHLICH (11)) beträgt der Gehalt an Chlorid im Stuhl des Menschen 73 mval/l. Bei Diarrhoen ist der Chloridgehalt erheblich höher.

Bikarbonat wird im Stuhl nicht abgesondert.

Im Harn wird Chlorid durch Filtration im proximalen Tubulusapparat der Niere als Natriumchlorid ausgeschieden. Die Menge ist abhängig von der Zufuhr in der Nahrung und der Nierentätigkeit. Bei völlig NaCl-freier Kost kann

der Verlust im Harn auf etwa 2 mval gedrosselt werden, wogegen HOLMEIER (10) die Chloridabgabe im Harn beim Menschen mit 100 bzw. mit 100-200 mval pro die angibt.

Hier eine Tabelle der durchschnittlichen Cl-Ausscheidung bei Mann und Frau (nach SCHWAB und KÜHNS (40)).

Männer		Cl
mittl. Harnvolumen	mval/l	164
in 24 Std. 1120 ml	<u>mval</u>	184
pH 5,7	24 Std.	
Frauen		Cl
mittl. Harnvolumen	mval/l	145
in 24 Std. 885 ml	<u>mval</u>	132
pH	24 Std.	

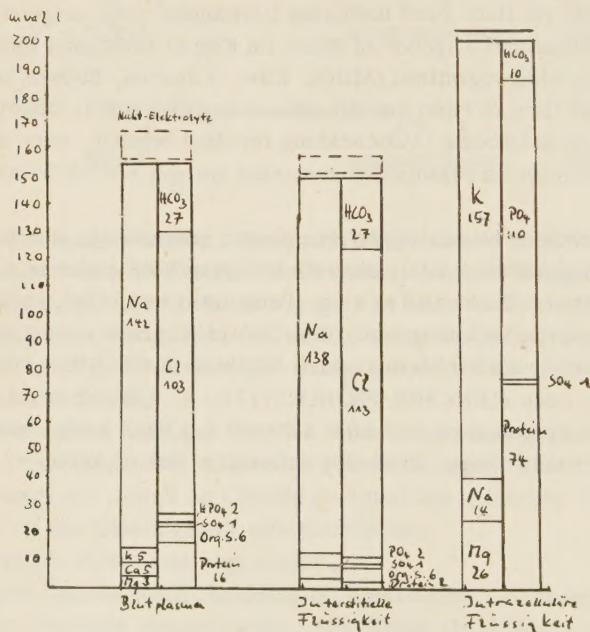
Bikarbonat wird im Harn unter normalen Umständen nicht ausgeschieden, ist jedoch ein übermäßiges Angebot an Basen im Körper vorhanden infolge basenüberschüssiger Nahrungsmittel (Milch, Käse, Karotten, Bohnen usw.), so werden diese im Harn in Form von Bikarbonat ausgeschieden. Der Harn ist dann alkalisch. Die Bikarbonat-Ausscheidung im Harn beginnt, wenn die Bikarbonat-Konzentration im Plasma den normalen Spiegel von 25-27 mval/l übersteigt.

Während die unsichtbare Wasserabgabe (Perspiratio insensibilis), durch Haut und Lunge, wie angenommen wird, ohne Elektrolytverluste einhergeht, können durch die Schweißabsonderung (Perspiratio sensibilis) erhebliche Mengen an Elektrolyten verlorengehen. Die Chlorid-Konzentration liegt im Schweiß aber niedriger als im Plasma, nach SCHWAB und KÜHNS (40) beträgt sie 25-50 mval/l, nach FLEISCHER-FRÖHLICH (11) 45 (30-60) mval/l. Nach BRÜGGEMANN (7) werden etwa in 1 Liter Schweiß 1 g NaCl ausgeschieden. An Bikarbonat geht dem Körper durch den Schweiß nichts verloren.

Das Ionogramm

Anhand des Ionogrammes lassen sich Veränderungen der einzelnen Kationen und Anionen untereinander besser übersehen. Besonders bei schweren Störungen im Wasser-Mineralhaushalt ist es angezeigt, ein Ionogramm der Plasma-Elektrolyte anzufertigen.

Da die Plasmakonzentrationen von Ca, Mg, Sulfaten und Phosphaten hinter den Hauptelektrolyten Na, K, Cl und HCO_3 hinsichtlich der Erkennung einer allgemeinen Störung des Wasser- und Elektrolythaushaltes weit zurückstehen, so kann man für diese Ionen Normwerte ansetzen. Das sind für Ca 5 mval, für Mg 3 mval, für Proteine und organische Säuren (HPO_4 , SO_4) 25 mval (SCHWAB und KÜHNS (40)). Na, K, Cl und Bikarbonat sind in jedem Falle zu bestimmen. Aus Gründen der Elektroneutralität ist die Summe der Anionenreihe gleich der Summe der Kationenreihe, wodurch Verschiebungen im Kationen-Anionen-Verhältnis sofort festgestellt werden können. Das Ionogramm nach GAMBLE (13) zeigt auf klare und anschauliche Weise die Verteilung der Elektrolyte in den Flüssigkeitsräumen des Körpers.



Verteilung der Elektrolyte in den Flüssigkeitsräumen des Körpers.

Die Verteilung der Anionen im Körper unter physiologischen und pathologischen Verhältnissen

Der Gesamtgehalt des menschlichen Körpers an Chlor wird nach SCHÜTTE (38) bei 70 kg Körpergewicht mit 86 g, das sind 2200-2400 mval angegeben. Die Angaben über den täglichen Cl-Bedarf schwanken zwischen 2,5 und 9 g pro Tag, entsprechend 70-260 mval.

Der Verteilungsraum des Chlorids beträgt etwa 25 % des Körpergewichtes und ist somit größer als der extrazelluläre Raum, womit die allgemeine Ansicht der Physiologen vor 20 Jahren widerlegt ist, daß der intrazelluläre Raum chlorfrei sei. MOND und NETTER (28), BOYLER und CONWAY (4) konnten 1941 zeigen, daß auch Chlor die Muskelfasermembran passiert. Das rote Blutkörperchen kann bis zu 50 mval Chlor pro Liter enthalten. Venöses Blut hat eine niedrigere Plasmakonzentration als arterielles oder sauerstoffgesättigtes, da die Chlorionen während der Sättigung der Erythrocyten in das Plasma austreten. Nach BLAND (3) beträgt die Chlorkonzentration in der Zelle etwa 25 mval/l. Die verschiedenen Verdauungssäfte enthalten Chlor in variierenden Konzentrationen. So hat der Magensaft den höchsten und der untere Dünndarm den niedrigsten Chlorgehalt.

Das Bikarbonat wird unter physiologischen Verhältnissen ständig erzeugt, da das CO_2 ein Stoffwechselprodukt ist. Die Bikarbonat-Konzentration im Körper beträgt beim Erwachsenen 25-29 mval, beim Kleinkind 26 mval, bezogen auf den extrazellulären Raum. Auf den Intrazellulärraum entfallen ungefähr 10 mval/l (BLAND (3)).

Chlor und Bikarbonat sind innerhalb der Anionenreihe Antagonisten. Ein Verlust an Chlor wird durch eine Vergrößerung des Serumbikarbonatbestandes kompensiert.

In den nachfolgenden Tabellen werden die Bikarbonat- und Chlorionen-Konzentrationen verschiedener Sekrete des Magen-Darmtraktes, des Schweißes und des Liquor cerebrospinalis sowie die Normalwerte dieser beiden Elektrolyte im Serum bei verschiedenen Tieren aufgeführt.

Den in der Literatur angegebenen Serumelektrolytwerten, die wohl infolge ihrer verschiedenen Bestimmungsmethoden recht unterschiedlich sind, möchte ich meine eigenen Untersuchungsergebnisse (e.U.) hinzufügen.

Die Elektrolyt-Verluste durch den Schweiß sind aber nur bei Pferd und Schaf von Bedeutung, da diese Tiere auf der ganzen Körperoberfläche Schweiß absondern. Schweißdrüsen sind bei Schwein, Katze und Hund nur auf kleineren Hautpartien zu finden, wodurch die Schweißabsonderung nur eine untergeordnete Stellung hat.

Die Schweißsekretion steht unter dem Einfluß der NNR-Hormone, besonders des Aldosterons und ist großen Schwankungen unterworfen. So kann es beim Menschen sogar nach starken Schweißausbrüchen zu Konzentrationsänderungen im Ionenhaushalt kommen.

Die Ausscheidung von Chlorid durch Stuhl, Urin und Schweiß beim Menschen ist in einer Tabelle von MAY (27) zusammengestellt:

	Cl mval/l
Schweiß	45
Stuhl, geformt	70
Durchfall	70-100
Urin	100
Urin, postoperativ	80-100

Die zentrale Steuerung des Wasserhaushaltes geschieht vom Wasserzentrum aus, dessen Sitz im Diencephalon ist. So wirkt das Hormon des Hypophysenhinterlappens antidiuretisch, erhöht die Wasserrückresorption in den Tubuli und vermindert dadurch das Harnvolumen, während das Hormon des Hypophysenvorderlappens gerade das Gegenteil bewirkt.

Die Hormone der Nebennierenrinde, Desoxycorticosteron und Aldosteron, üben eine vermehrte Rückresorption von Natrium und Chlor aus. NNR-Insuffizienz hat einen NaCl-Verlust zur Folge.

Thyroxin, das Hormon der Schilddrüse, hat diuretische Wirkung und verursacht Entquellung der Gewebe, während Pankreas und Thymus wasserspeichernde Wirkung ausüben.

Eines der wichtigsten Organe in der Steuerung des Wasser- und Elektrolythaushaltes aber ist die Niere. Durch Ausscheidung zahlreicher Liter Urin bei übermäßigem Flüssigkeitsangebot und durch Reduzieren der Urinmengen bei einem Unterangebot sorgt sie für einen optimalen osmotischen Druck und erhält somit die Konzentration im Plasma und Interstitium aufrecht. Sie wird im wesentlichen hormonell gesteuert.

Die Bikarbonat- und Chlorionenkonzentration verschiedener Sekrete des Magen-Darm-Traktes und des Liquor cerebrospinalis:

	Cl mval/l	HCO ₃ mval/l
Speichel (40)	40	21
Magensaft (40)	84 (154)	
Galle (40)	101 (118)	40
Pankreas (40)	77 (95)	114
Dünndarmsekret (40)	104 (137)	
Magenschleimhaut (39)	134	14
Jejunalsekret (39)	115	32
Liquor cerebrospinalis (39)	125	21

Normalwerte aus der Literatur für Bikarbonat- und Chlorionen im Serum

Tierart	Bikarbonat mval/l	Chlorid mval/l
Pferd	28,8 (17) 26,4 (e.U.)	101 (17) 107,4 (e.U.)
Mensch	29,3 (24) ♂ 25 (22-28) (40) ♀ 24 (21-27) (40) 28 (24-31) (11) 27 (29)	116,8 (24) ♂ 103 (97-110) (40) ♀ 100-107 (40) 103 (11) 103 (29)
Rind	27,9 (17)	103,4 (17)
Schaf	25,2 (17)	103,4 (17)
Ziege		103,4 (17)
Hund	18-26 (17) 22,4 (e.U.)	104,2 (17) 93-110 (35) 106,2-117 (18) 117,9 (e.U.)

Die Aufgaben der Anionen Chlor und Bikarbonat im Organismus sind so sehr verschieden, daß sie gesondert besprochen werden.

Das Chlor

Die Bedeutung des Chlorions liegt besonders in seiner negativen Ladung, durch die es, als hartnäckiger Begleiter des Natriums, zur Aufrechterhaltung der Elektroneutralität und somit des osmotischen Druckes wesentlich beiträgt. Wenn Sauerstoff und Kohlendioxyd im roten Blutkörperchen ausgetauscht werden, spielt das Chlorion mittels der Chlorionenverschiebung eine indirekte puffernde Rolle. In den Lungenkapillaren nämlich wandern Chlorionen während der Sättigung der Erythrocyten mit Sauerstoff durch die Erythrocytenmembran in das Plasma und Bikarbonationen gelangen in die roten Blutkörperchen. Dieselbe Verschiebung tritt auf, wenn das Blut alkalischer wird (Verminderung der Wasserstoffionenkonzentration).

Chlorid ist weiterhin die wichtigste Quelle für die HCl-Bildung in den Belegzellen der Magenschleimhaut. Nach DAVIES (7) (zit. nach KOLB (17)) erfolgt die HCl-Bildung auf folgende Weise:

Die in geringer Konzentration innerhalb der Drüsenzellen vorhandenen, der Dissoziation des Wassers entstammenden OH-Ionen verbinden sich mit dem aus dem Stoffwechsel der Zelle oder aus dem Blut stammenden CO_2 zu Bikarbonat. Diese Reaktion wird durch die Carbonhydratase katalysiert, die in den Belegzellen in großer Menge angetroffen wird. Die Bikarbonationen werden dann im Austausch gegen Chlorionen in das Blut abgegeben, sodaß eine geringe Erhöhung des Bikarbonatgehaltes im Blut nach einer Nahrungsaufnahme eintritt.

Die Bedeutung von Chlorid-Mangel und -Überschuß im Serum

Hypochlorämien entstehen infolge primärer Cl-Verluste oder infolge Retention anderer Anionen, die das Chlor entweder verdrängen oder es vermehrt zur Ausscheidung bringen. Sie werden beobachtet bei:

- a) Verlust von saurem Magensaft, als Folge häufigen Erbrechens. Als Reaktion auf große Cl-Verluste antwortet der Körper mit einem Retinieren von Bikarbonat im Plasma, was zu einer metabolischen Alkalose mit Hypochlorämie führt. Das klinische Bild ist durch Apathie, Schwäche und tetanische Krämpfe gekennzeichnet.

- b) Häufiger Gabe von Quecksilberpräparaten, wobei es zu einer Hypochlorämie mit metabolischer Alkalose, also einer Bikarbonaterhöhung kommen kann. Die vermehrte Cl-Ausscheidung ist durch eine Hemmung der Rückresorption von Cl in den Tubuluszellen der Nieren bedingt.
- c) Respiratorischer Acidose, infolge Hypoventilation.
Hierbei verringert sich das Chlor, indem es durch die Nieren vermehrt ausgeschieden wird und das Bikarbonat sich ausdehnen kann.
- d) Metabolischer Acidose, infolge Retention organischer Säuren (HPO_4 , SO_4) oder bei Ketonämie im Zusammenhang mit Diabetes, wobei die Nieren vermehrt Cl ausscheiden bzw. vermindert rückresorbieren.
- e) Nierenversagen, indem die Funktion der Nierentubuli Cl rückzuresorbieren gestört ist.

Hyperchlorämien treten auf nach Chlorretention und nach Dehydrierungen. Die Folge davon ist eine hyperchlorämische Acidose. Man beobachtet diese nach:

- a) Verlusten an Natrium im Überschuß über Chlor, im Anschluß an Durchfälle, Ileostomien, Fisteln.
- b) Renaler Chlorretention bei tubulären Funktionsstörungen.
- c) Übermäßiger parenteraler Chlorzufuhr in Form von NH_4Cl , NaCl , KCl .
- d) Gaben von Carboanhydrasehemmern, die eine vermehrte Bikarbonatausscheidung zugunsten von Chlorid herbeiführen.
- e) Hypertoner Dehydrierung bei NNR-Insuffizienz.

Das Bikarbonat

Dieses wichtige Anion entsteht durch Dissoziation von Kohlensäure, die als Endprodukt zahlreicher Stoffwechselvorgänge andauernd produziert wird. In der extrazellulären Flüssigkeit findet sich normalerweise folgendes Verhältnis von undissoziierter Kohlensäure zu Bikarbonat:

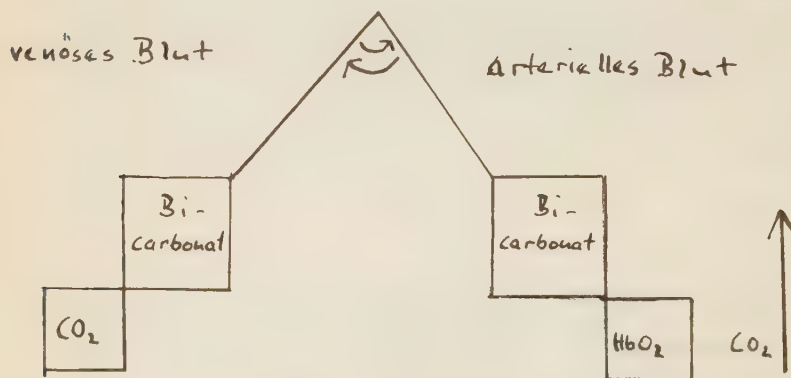
$$\frac{(\text{H}_2\text{CO}_3)}{(\text{HCO}_3)} = \frac{1}{20} = \frac{1,35 \text{ mval/l}}{27 \text{ mval/l}} = \text{pH } 7,4$$

Das Bikarbonat besteht größtenteils aus Na-Bikarbonat, zu kleineren Teilen aus Phosphaten, Natriumsalzen der Plasmaeiweißstoffe und aus dem Kalium des Hämoglobins.

Die Eigenart des Bikarbonat-Ions liegt darin, daß es den flexiblen Anteil des Ionenbestandes darstellt, d. h. Veränderungen im Bestand sowohl der Anionen als auch der Kationen werden am schnellsten durch entsprechende Anpassung des Bikarbonat-Spiegels ausgeglichen, wobei dann sekundär die Kohlensäure mit dem neu eingestellten Serum-Bikarbonat-Spiegel in ein neues Gleichgewicht tritt. Sinn dieses Verhaltens ist, die Wasserstoffionenkonzentration des Organismus nicht über gewisse Grenzen verändern zu lassen.

Bei der chemischen Bindung der Kohlensäure im Blut spielt der Blutfarbstoff eine wichtige Rolle. Das Hämoglobin und das Oxyhämoglobin sind Säuren und zwar ist das Oxyhämoglobin eine 70 mal stärkere Säure als das Hämoglobin. Durch die Gewebsatmung geht ein Teil der stärkeren Säure Oxyhämoglobin in die schwächere Hämoglobin über. Damit steht ein Teil des Bikarbonates, das an Oxyhämoglobin gebunden war frei zur Verfügung um CO_2 zu binden. In der Lunge findet die umgekehrte Reaktion statt. Durch die Aufnahme von Sauerstoff wird Hämoglobin zu Oxyhämoglobin, das wiederum Bikarbonat bindet. So kommt es, daß das Bikarbonat immer zwischen Oxyhämoglobin und Hämoglobin hin und her pendelt, was eine möglichst gleich bleibende Reaktion im arteriellen und venösen Blut bedingt.

Das sogenannte Pendel-Schema veranschaulicht die Tätigkeit des Bikarbonates am besten (aus FISCHBACH (10)):



Die Bikarbonat-Konzentration des Blutes wird durch die Atmung und vorwiegend durch die Nierentätigkeit reguliert. PITTS (34) gibt an, daß der Erwachsene mit einer Filtrationsrate von 120 ccm/min innerhalb 24 Stunden etwa 4711 mval Bikarbonat filtriert. Die Plasmakonzentration von 27 mval wird dadurch konstant gehalten, daß die Niere pro Liter Glomerulofiltrat nur 24-28 mval

rückresorbieren kann, selbst dann, wenn der Plasmaspiegel erhöht ist. Unter so abnormen Zuständen wird alles überschüssige Bikarbonat durch die Niere ausgeschieden.

Dieser Mechanismus ist sehr einfach, da er in der Lage ist, eine akute Stoffwechselalkalose innerhalb 24 Stunden zu kompensieren. So wird z.B. ein Verlust an Anionen (Chlor durch Erbrechen) durch eine Vergrößerung des Bikarbonates, Verlust an Kationen (z.B. Natrium durch Gaben von Hg-Diuretica) durch einen kompensatorischen Abfall des Bikarbonates ausgeglichen.

Diese Ausgleichsmöglichkeiten durch korrigierende Veränderungen des Bikarbonates haben natürlich ihre Grenzen, sodaß es trotz allem zu Verschiebungen im Säure-Basen-Haushalt kommen kann.

So ist eine Acidose eine Verschiebung des Säure-Basen-Gleichgewichtes nach der sauren Seite hin. Hierbei liegt der pH-Wert des Blutes unter 7,35 (normal 7,35-7,45).

Aufgrund des Puffersystems Bikarbonat-Kohlensäure und des Eingreifens des Atemzentrums bleibt der pH-Wert des Blutes jedoch lange unverändert, sodaß man von einer kompensierten Acidose spricht. Eine kompensierte Acidose liegt also vor, wenn neben dem Bikarbonatgehalt des Blutes auch dessen CO_2 -Gehalt verändert ist, sodaß die Konzentration beider verändert ist, ihr Verhältnis zueinander jedoch nicht.

Je nach Entstehungsart unterscheidet man weiterhin eine respiratorische Acidose und eine metabolische Acidose.

Für eine respiratorische Acidose können verschiedene Faktoren als Ursache gelten:

- a) Depression des Atemzentrums; tiefe Narkose, übermäßige CO_2 -Inhalation, Morphin und Dolantin, Barbiturate.
- b) Lähmung der Atemmuskulatur: Hypokaliämie, Bulbärparalyse.
- c) Verlegung der Atemwege: durch Exudat, Fremdkörper, Spasmus, Tumoren usw.
- d) Verkleinerung der Austauschfläche in der Lunge: Pneumonien, Pneumothorax, Tumoren.
- e) Behinderung des Gasaustausches in den Alveolen: Emphysem, Lungenstauung, Lungenödem.

Die unmittelbare Folge der CO_2 -Retention ist eine kompensatorische Bikarbonaterhöhung, um den $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ -Quotienten möglichst im Rahmen der Norm zu halten. Diese kompensatorische Bikarbonatretention durch die Nieren kann nur unter gleichzeitig erfolgender vermehrter Cl-Ausscheidung vor sich gehen, um die Gesamtkonzentration der Anionensäule nicht zu verändern. Die Cl-Ausscheidung erfolgt in Form von KCl , NH_4Cl . Der Harn ist sauer.

Eine metabolische Acidose liegt bei einem Bikarbonatdefizit und damit einem Absinken des extrazellulären pH vor. Sie liegt in der Praxis am häufigsten vor und ist nach folgenden Gesichtspunkten einzuteilen:

- a) Bei übermäßiger Produktion von Anionen: diabetischer Acidose (Ketonämie), bei Hungerzuständen, fieberhaften Erkrankungen, lange, tiefe Narkose, Leberinsuffizienz.
- b) Bei Retention organischer und anorganischer Anionen: chronische und akute Niereninsuffizienz.
- c) Bei primärem Verlust von Kationen (besonders Natrium): chronische Niereninsuffizienz, Verlust von Säften aus dem hinteren Verdauungstrakt (Duo-
denum, Pankreas, Galle) als Folge von Durchfällen, Fisteln, diuretisch wirkenden Substanzen.
- d) Iatrogene Ursachen: Zufuhr ansäuernder Substanzen (NH_4Cl , CaCl , KCl), übermäßiger Zufuhr von Kochsalzlösung.

Eine Alkalose ist eine Abweichung des normalen Säure-Basen-Verhältnisses nach der alkalischen Seite hin. Der pH-Wert liegt dabei über 7,45. Bleibt der pH-Wert des Blutes jedoch unverändert, so ist der Körper in der Lage, den Bikarbonatüberschuß durch Zunahme des CO_2 -Gehaltes des Blutes auszugleichen. Man spricht dann von einer kompensierten Alkalose.

Folgende Ereignisse können zu einer respiratorischen Alkalose führen:

- a) Überregung des Atemzentrums: Hyperventilation bei Angstzuständen, zentralnervöse Erkrankungen, Encephalitis, Meningitis.
- b) Fieberzustände.
- c) Aufenthalt in großen Höhen.

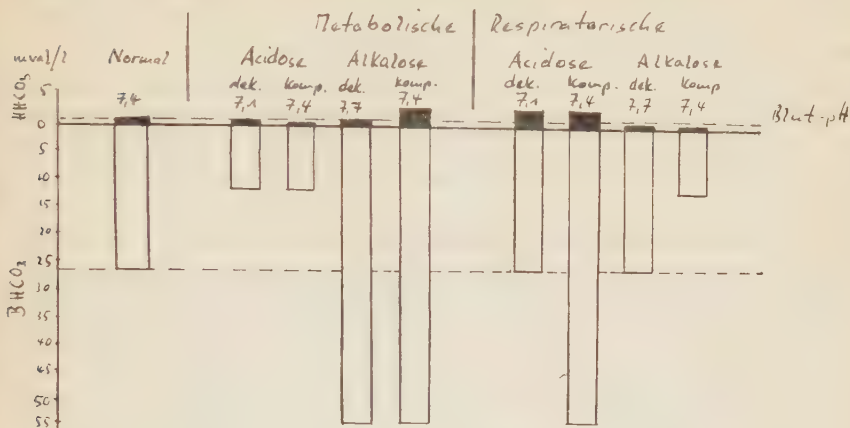
Die metabolische Alkalose, gekennzeichnet durch hohen Plasma-Bikarbonat-Gehalt tritt auf nach

- a) Verlust an fixen Anionen, besonders Chlor
- b) Verlust an intrazellulärem Kalium
- c) Verlust an H-Ionen

Diese Verluste treten auf bei

- a) Störungen im oberen Verdauungstrakt, z.B. Erbrechen
- b) Übermäßiger Zufuhr alkalischer Lösungen oder Substanzen: Natrium-Bikarbonatlaktat, -citrat, -acetat.
- c) Therapeutischen Maßnahmen: Quecksilberdiuretica (Cl-Verlust), corticoide Hormone (K-Verlust).

Die Ionogramme der vier grundlegenden Abweichungen mögen diese Verhältnisse der Störungen im Elektrolythaushalt besser veranschaulichen.



Angaben in der Literatur über Veränderungen des Wasser-Elektrolythaushaltes während der Narkose

Über dieses Gebiet ist in der Literatur sehr wenig und äußerst Unterschiedliches zu finden.

So beschreibt EISLER (8) keine wesentliche Änderung des Chloridhaushaltes in der Narkose, BILTSTEIN (2) dagegen berichtet über eine deutliche postnarkotische Chloridsenkung. TIEMANN (48) beobachtete eine Vermehrung der Chloride im Harn bereits während der Narkose, die nach der Narkose ihren höchsten Wert erreichen soll.

Das Untersuchungsteam ANTER, BAY, CARSTENSEN, HORATZ und SCHEIBE (1) fand keine wesentliche Veränderung der Chloride durch Einwirkung der Narkosesterioide Viadril und Presuren (Bersteinsäureester des 12-Hydroxypregndion-3, 20).

MEYER (29) berichtet über ein Ansteigen des Chloridgehaltes im Serum unter Äther und Cyclopropannarkosen beim Menschen.

Unter Einwirkung von My 301 (Guajacolglycerinäther) konnte FRITSCH (12) beim Rind keine und beim Pferd fast keine Schwankungen des Chlorids feststellen.

STAIB, DIETRICH, NAST, BERNARD, STAIB (46) untersuchten die Elektrolytz-

zusammensetzung unter Halothan im Vergleich zu Pentothal und Äthernarkosen. Sie kamen zu dem Ergebnis, daß das Chlor in Barbiturat-Relaxans-Narkosen bei Mensch und Kaninchen nur unbedeutend schwankt und Äthernarkosen ebenfalls keine meßbaren Einflüsse auf die Chlor-Serumwerte ausüben. Das gleiche bewiesen STAIB, BERNARD, KIRCHNER, MAURATH und MÜLLER (47) in ihren Untersuchungen der Elektrolyte unter Halothannarkosen.

HARTENBACH (15) fand kein deutliches Absinken des Bikarbonatgehaltes im Serum, wobei Höhe und Dauer des Defizites abhängig von der Narkose und der Größe des Operationstraumas waren. Interessant ist auch, daß er bereits nach der Prämedikation ein deutliches Absinken des Bikarbonates verzeichnen konnte, das seinen tiefsten Punkt nach dem operativen Eingriff hatte. Nach 48 Stunden war der Ausgangswert meist wieder erreicht.

Auch MAURATH und SOMMERKAMP (25) bestätigten mit ihren Untersuchungen an Hunden, daß es unter Halothannarkosen zu einer metabolischen Acidose, also zu einem Absinken des Bikarbonatgehaltes kommt, deren Dauer bis zu 24 Stunden anhält.

STAIB, BERNARD, KIRCHNER, MAURATH und MÜLLER (47) jedoch konnten nur leichte, unregelmäßige Schwankungen des Bikarbonates vom Ausgangswert während der Halothannarkose feststellen, die sich meist innerhalb der Fehlergrenzen befanden.

Nach FRITSCH (12) zeigt das Bikarbonat nach My 301 Relaxation beim Rind keine Schwankungen, während es beim Pferd um 5 mval sinkt.

Die Ursachen der Veränderungen in der Elektrolytzusammensetzung sind nach PAPPER (33) die durch die Narkose bedingte verminderte renale Durchblutung, die zu einer Reduktion des Glomerulofiltrates führen. Die Blutversorgung in den Tubuli wird zwar mit Beendigung der Narkose wieder normal, die geminderte Tubulusfunktion bleibt jedoch noch länger bestehen. Neben der Narkose ist auch das Operationstrauma für Veränderungen im Elektrolythaushalt mitverantwortlich. Hierbei kommt es als Reaktion zu einer vermehrten Ausscheidung von corticotropen Hormonen, die ihrerseits eine Funktionssteigerung der Nebennierenrinde bewirken. Besonders MAURER und HOFMEISTER (26) weisen auf die wichtige Wirkung des Operationstraumas hinsichtlich des Bikarbonat-spiegels hin.

Weiterhin wird durch eine vermehrte Belastung des vegetativen Nervensystems eine gesteigerte Ausscheidung von ADH (antidiuretisches Hormon der Hypophyse) und somit eine Diuresehemmung bedingt, die ihrerseits eine Acidose nach sich zieht.

Besonders Veränderungen der Atemgröße und Atemtiefe können eine respiratorische Acidose oder Alkalose und dadurch eine Verschiebung im Serum-Bikarbonat-Spiegel nach sich ziehen. Eine Acidose kann aber auch laut PUHL und

und NONNENBRUCH (36) durch saure Stoffwechselprodukte als Folge postoperativen Gewebeerfalles in der Wunde eintreten.

C. DIE BESTIMMUNGSMETHODEN DER ANIONEN IM BLUTSERUM

Das Prinzip der bisher wichtigsten Anionenbestimmungen:

Zur Bestimmung des Bikarbonates werden grundsätzlich drei Methoden angewandt, nämlich die

- 1) volumetrische
- 2) manometrische nach BARCRAFT, HALDANE, HENDERSON und SMITH, VAN SLYKE
- 3) titrimetrische nach VAN SLYKE, STILLMAN und CULLEN, GUILLAUMIN, ROHONYI, ELLINGER und SCRIBNER.

Besonders durchgesetzt haben sich die manometrische und volumetrische Methode infolge ihrer Genauigkeit.

Das Prinzip dieser beiden Methoden besteht darin, daß das im Plasma gebundene CO_2 durch Unterdruck und Säure ausgetrieben und in einer kalibrierten Bürette bei bekanntem Druck mit dem van Slyke'schen Apparat gemessen wird.

Der einzige Nachteil dieser Methode ist die zeitraubende, umständliche Bedienung des Apparates und dessen kostspielige Anschaffung. Außerdem muß das Blut unter anaeroben Bedingungen entnommen werden, was ebenfalls von Nachteil ist. Die Fehlerbreite beträgt 0,1 %.

Das Prinzip der Titrationsbestimmung von Bikarbonat beruht auf der Zugabe eines bekannten Überschusses einer Standardsäure zu dem zu untersuchenden Serum. Die Säure reagiert mit dem im Serum vorhandenen HCO_3 und wandelt dieses in freies CO_2 um. Die Probe wird dann mit einer Standardalkalilösung auf ihren Ausgangs-pH zurücktitriert (pH des Blutes 7,4). Aus der nicht verbrauchten Menge Alkalilösung kann die Konzentration von Bikarbonat im Serum errechnet werden.

SCRIBNER (41) griff das titrimetrische Verfahren von VAN SLYKE, STILLMAN und CULLEN (45) wieder auf und vereinfachte es. Vergleichstabellen mit der

gasometrischen Methode von VAN SLYKE (44) zeigen gegenüber seinen eigenen Werten Abweichungen über 1,8 mval.

SCRIBNER (41) benützt als überschüssige Säure Salpetersäure, als Indikator Phenolrot. Der Gebrauch von Salpetersäure hat gegenüber Salzsäure (VAN SLYKE, ELLINGER (9)) den Vorteil, daß man so auch in einem Arbeitsgang die Plasmachloride bestimmen kann.

Das Verfahren zeigt also große Vorteile gegenüber den anderen Bestimmungsmethoden. Besonders hervorzuheben sind noch der geringe Materialbedarf, die billigen Anschaffungskosten und die Unabhängigkeit von Temperatur und Luftdruck. Der Verbrauch für eine Doppelbestimmung beträgt etwa 3 ml Serum.

Chlorid kann argentometrisch und mercurimetrisch gemessen werden. Das Prinzip der Argentometrie besteht darin, das vorhandene Chlor durch Zufügen von AgNO_3 im Überschuß als Chlorsilber auszufällen. Das nicht verbrauchte Silber wird durch Titration mit Rhodanammonium unter Verwendung von Eisenammonikalaun als Indikator zurücktitriert, wobei Rhodansilber ausfällt. Ist alles Silber als Chlor- bzw. Rhodansilber verbraucht, verbindet sich bei weiterem Zutropfen von Rhodanammonium das Rhodan mit Eisen zu dem braungefärbten Rhodaneisen.

Die Braunfärbung zeigt also an, wann sich das von Chlor nicht verbrauchte Silbernitrat vollständig zu Rhodansilber und Ammoniumnitrat umgesetzt hat, wann also die Titration beendet ist. Die wichtigsten argentometrischen Chloridbestimmungsmethoden sind die Volhard'sche und die Mohr'sche Silbertitrationsproben. Die Hauptschwierigkeiten dieser beiden Methoden bestehen jedoch darin, den Umschlagspunkt zuverlässig zu erkennen.

Das Prinzip der mercurimetrischen Methode beruht darauf, daß HgCl_2 nicht dissoziiert ist. Tropft man nun zu Cl-haltiger Lösung Quecksilbernitrat hinzu, so werden die Hg-Ionen in undissoziiertes HgCl_2 verwandelt. Ist alles Chlor gebunden, so treten Hg-Ionen auf, die mit Diphenylcarbazon als Indikator einen deutlichen Farbumschlag hervorrufen.

Meine Untersuchungen wurden nach der kombinierten Methode von SCRIBNER (41) durchgeführt, mit der in einem Arbeitsgang sowohl Bikarbonat als auch Chlor bestimmt werden kann.

D. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1.) DAS TIERMATERIAL

Für meine Untersuchungen verwendete ich 40 Hunde und 20 Pferde. Die Hunde stammten teils aus dem klinikeigenen Versuchstierstall, meist waren es aber chirurgische Patienten, an denen kleine Operationen durchgeführt wurden und deren Allgemeinbefinden nicht gestört war. Die Pferde waren ausschließlich Patienten.

Bei jedem Tier wurden 5 Blutentnahmen vorgenommen, d.h. vor der Narkose, während (nach 30 Minuten), 2,5 Stunden nach der Narkose, 4 Stunden und 15 Stunden nach der Narkose.

In den nun folgenden Tabellen ist das Tiermaterial unter laufenden Nummern angegeben. Diese Nummern finden sich in den Ergebnistabellen wieder und können dort verglichen werden. Ferner wird in diesen Tabellen das Alter, Gewicht und Geschlecht der Tiere, sowie die Menge der Prämedikation und die Narkosedosis näher bezeichnet. Tiere, die mit + versehen sind, stammen aus klinikeigenem Bestand.

Die einzelnen Hunderassen sind wie folgt abgekürzt:

Schäf.	=	Schäferhund
Span.	=	Spaniel
D.K.	=	Deutsch-Kurzhaar
Sett.	=	Setter
Aired.	=	Airedaleterrier
Neuf.	=	Neufundländer
Schnauz.	=	Schnauzer

TABELLE I

Versuchsreihe: Hund

Applikation: Thiogenal - zur Narkose

Combelen und Polamivet - zur Prämedikation

Nr.	Alter	Rasse	Geschl.	Gew. i. kg	Narkotikum	Prämedikation
					Thiogenal	Comb. + Polam
1 ⁺	5	Schäf.	männl.	31,0	21 mg/kg	1,0 ml + 3,0 ml
2	7	Schäf.	weibl.	23,5	23 mg/kg	0,2" + 2,0"
3	1	Schäf.	weibl.	21,0	20 mg/kg	0,5" + 2,0"
4	1	Schäf.	männl.	30,0	21 mg/kg	0,8" + 6,0"
5	8	Sett.	männl.	28,0	20 mg/kg	0,7" + 5,0
6	2	Ung. Hh.	männl.	24,5	21 mg/kg	0,3" + 4,0"
7 ⁺	9	Schäf.	männl.	19,0	23 mg/kg	0,2" + 3,0"
8 ⁺	1	Schäf.	männl.	22,0	24 mg/kg	0,2" + 3,5"
9 ⁺	2	Schäf.	männl.	24,0	20 mg/kg	0,3" + 4,0"
10	2	D. K.	weibl.	25,0	20 mg/kg	0,7" + 5,0"

TABELLE II

Versuchsreihe: Hund

Applikation: Thiogenal i. v. - zur Narkose

Polamivet i. m. - zur Prämedikation

Nr.	Alter	Rasse	Geschl.	Gew. i. kg	Narkotikum	Prämedikation
					Thiogenal	Polamivet
1	6	Neuf.	weibl.	50,5	25 mg/kg	5,0 ml
2 ⁺	4	Schäf.	männl.	20,0	21 mg/kg	4,0 ml
3 ⁺	6	Schäf.	männl.	26,0	24 mg/kg	4,5 ml
4 ⁺	4	Schäf.	männl.	21,0	21 mg/kg	4,0 ml
5	1	Schäf.	weibl.	28,0	21 mg/kg	5,0 ml
6 ⁺	3	Schäf.	männl.	31,0	31 mg/kg	5,0 ml
7	7	Schäf.	weibl.	40,0	24 mg/kg	7,0 ml
8	9	D. K.	weibl.	25,0	21 mg/kg	4,0 ml
9	2	Schäf.	weibl.	20,0	21 mg/kg	4,0 ml
10	3	Schäf.	männl.	22,5	21 mg/kg	4,0 ml

TABELLE III

Versuchsreihe: Hund

Applikation: Halothan - Inhalationsnarkose mit Maske
 Combelen und Polamivet - zur Prämedikation

Nr.	Alter	Rasse	Geschl.	Gew.i. kg	Narkotikum	Prämedikation
					Halothan	Comb.+Polam.
1	2	Schäf.	männl.	44,0	Inhalation	1,0ml+ 4,5ml
2	7	Schäf.	männl.	35,0	30 Min.	5,0ml+10,0ml
3 ⁺	2	Schäf.	weibl.	22,0	30 Min.	0,5ml+ 4,0ml
4	5	Schäf.	männl.	37,5	30 Min.	0,9ml+ 7,0ml
5	1	Schäf.	männl.	33,0	30 Min.	0,5ml+ 4,0ml
6	2	Schäf.	weibl.	28,0	30 Min.	0,5ml+ 4,0ml
7	2	Schäf.	männl.	38,0	30 Min.	0,8ml+ 8,0ml
8 ⁺	2	Schäf.	männl.	19,0	30 Min.	0,4ml+ 5,0ml
9 ⁺	2	Schäf.	weibl.	25,0	30 Min.	0,2ml+ 4,0ml
10 ⁺	3	Schäf.	weibl.	23,0	30 Min.	0,3ml+ 4,0ml

TABELLE IV

Versuchsreihe: Hund

Applikation: Halothan - Inhalationsnarkose mit Maske
 Polamivet - zur Prämedikation

Nr.	Alter	Rasse	Geschl.	Gew.i. kg	Narkotikum	Prämedikation
					Halothan	Polamivet
1	6	D.K.	weibl.	22,5	Inhalation	5,0 ml
2	8	Span.	weibl.	15,5	30 Min.	3,0 ml
3 ⁺	9	Aired.	weibl.	22,0	30 Min.	4,5 ml
4 ⁺	6	Schäf.	männl.	45,0	30 Min.	9,0 ml
5	9	Schäf.	weibl.	28,0	30 Min.	5,0 ml
6	10	Aired.	männl.	30,0	30 Min.	3,0 ml
7	9	Sett.	männl.	31,0	30 Min.	6,0 ml
8	10	Schäf.	weibl.	30,0	30 Min.	6,0 ml
9	10	Schäf.	weibl.	30,0	30 Min.	4,5 ml
10	10	Sett.	weibl.	32,5	30 Min.	7,0 ml

TABELLE V

Versuchsreihe: Pferd

Applikation: Thiogenal - zur Narkose

Combelen 4 ml - zum Ablegen, i. v.

Polamivet 18 ml - zum Ablegen, i. v.

My 301 50 mg - zum Ablegen, i. v.

(Gujakolglycerinäther)

Nr.	Alter	Rasse	Geschlecht	Narkosedatum (Thiogenal)
1	8	Fuchs	Wallach	2+2 g
2	10	Hann. F.	Wallach	2+2+2+2 g
3	10	Araber	Stute	6 g
4	8	Brauner	Wallach	4 g
5	8	Br. Trab.	Wallach	5 g
6	11	Rappe	Stute	5 g
7	6	Br. Trab.	Hengst	5 g
8	9	Trab.	Hengst	4 g
9	6	Fjord	Stute	5 g
10	7	Trab.	Hengst	7,5 g

Das Thiogenal wurde grammweise je nach Narkosetiefe nachinjiziert. Die ersten 2 g Thiogenal wurden bereits zusammen mit der Prämedikation infundiert.

TABELLE VI

Versuchsreihe: Pferd

Applikation: Halothan - Inhalationsnarkose mit Maske

Combelen 4 ml - zur Prämedikation, i. v.

Polamivet 18 ml - zur Prämedikation, i. v.

My 301 50 mg + Thiogenal 2 g - zur Prämedikation, i. v.

Nr.	Alter	Rasse	Geschlecht	Narkosedauer
1	8	Ostpr. Rapp.	Wallach	30 Min.
2	4	Br. Hann.	Wallach	30 Min.
3	5	Dunkelbr. Trab.	Wallach	30 Min.
4	11	Braun, Hann.	Wallach	30 Min.
5	11	Ostpr. Rapp.	Stute	30 Min.
6	6	Br. Hann.	Wallach	30 Min.
7	6	Br. Trab.	Hengst	30 Min.
8	8	Dunkelbr. Hann.	Stute	30 Min.
9	12	Br. Trab.	Wallach	30 Min.
10	3	Traber	Hengst	30 Min.

2. DIE BLUTENTNAHME UND AUFBEREITUNG DES BLUTES

Die Blutentnahmen wurden beim Hund an der Hinterextremität aus der Vena saphena und an der Vorderextremität aus der Vena cephalica antebrachii vorgenommen.

Beim Pferd wurde das Blut ausschließlich an der Vena jugularis entnommen.

Die Entnahmen selbst wurden in Anlehnung an BERGE-WESTHUES (49) gerätigt.

Mit sterilen, rostfreien Kanülen wurde das Blut an der Wand eines Reagenzglases abgelassen, wobei peinlichst darauf geachtet wurde, daß kein Schaum entstand. Läßt man nämlich das Blut in das Reagenzglas sprudeln, prallen die einzelnen Erythrocyten aufeinander, wodurch es leicht zu einer Hämolyse kommen kann.

Ist das Serum hämolytisch, so wird die Genauigkeit der Werte beeinträchtigt und zwar verändern sich die Werte des Chlorids, da das Chlorid, wie bereits erwähnt, auch in den Erythrocyten enthalten ist und dieses somit austreten kann.

Die Werte des Bikarbonates werden durch eine geringgradige Hämolyse nicht verändert.

Nach der Entnahme wurde das Blut mindestens zwei Minuten bei 1500 Umdrehungen pro Sekunde zentrifugiert und dann das Serum für die Messung abpipettiert.

3. DER MESSVORGANG

Verwendete Reagenzien:

a) Für die Chloridbestimmung

- 1) 1/10 n Salpetersäure
- 2) Diphenylcarbazon-Indikator (Indikator 1)
- 3) Quecksilbernitratlösung
- 4) Standardlösung (1,32 g wasserfreies Natriumkarbonat und 5,85 g wasserfreies Kochsalz mit aqua dest. auf 1000 ml auffüllen)

b) Für die Bikarbonatbestimmung

- 5) Standardlösung wie oben
- 6) 1/10 n Salpetersäure

- 7) 1/10 n Natriumhydroxydlösung
- 8) 0,04 %-iger Phenolrotindikator (Indikator 2)
- 9) Farbstandardlösung (2,5 ml Phosphatpuffer und 5 Tropfen Indikator 2)

Vor Inbetriebnahme der Methode muß diese zuerst geeicht werden. Man beginnt mit der Chlorionenbestimmung.

Die Stellspritze wird auf 1 ml eingestellt und damit 1 ml der Standardlösung in ein Reagenzglas gegeben. Dies wird mit 3 Tropferfüllungen der Salpetersäure sowie 5 Tropfen Indikator 1 versetzt. Hierauf wird mit der in der Silbernitratflasche befindlichen Spritze mit umgekehrter Teilung genau 1 ml aufgezogen und damit die Standardlösung titriert bis zum Umschlag von farblos bis violett.

1 ml Quecksilberniträt neutralisiert genau 100 mval Cl-Ionen. Diese 100 mval Cl-Ionen sind theoretisch in genau 1 ml Standardlösung enthalten; normalerweise liegt der Wert aber nicht genau bei 1 ml, sondern schwankt etwas darüber oder darunter.

Die Menge der Standardlösung in der Stellspritze muß nun solange verändert werden, bis sie mit genau 1 ml Quecksilberniträt den Farbumschlag erzeugt.

Im Anschluß daran wird die Bikarbonatbestimmung standardisiert. Das bei der Eichung der Chloridionenbestimmung gefundene und festgesetzte Volumen der Standardlösung wird in einem Reagenzglas mit 5 Tropfen Indikator 2 versetzt. Mit der zweiten Stellspritze, die zunächst auf 0,7 ml eingestellt ist, wird die Salpetersäure zugegeben. Danach wird genau 2 Minuten geschüttelt. 0,7 ml der 1/10 n Natriumhydroxydlösung werden in der dazugehörigen Spritze abgemessen und tropfenweise dem Gemisch unter Schütteln bis zum Erreichen des Farbtones der Farbstandardlösung zugegeben.

Der Farbumschlag muß bei der Marke 25 auftreten, das entspricht 25 mval/l Bikarbonat. Ist dies nicht der Fall, muß die Spritzen-Stempel-Arretierung nach oben und unten bewegt und die Untersuchung so lange wiederholt werden, bis der Farbumschlag tatsächlich bei 25 mval liegt. Erst dann wird die Spritze festgeschraubt.

Durchführung der Messung

a) von Bikarbonat

Mit der Stellspritze wird 1 ml des Serums aufgezogen. Dazu gibt man ca. 0,7 ml Salpetersäure und 5 Tropfen Phenolrotindikator. Dieses Serum-Säure-Gemisch wird in einem Reagenzglas mit rotierenden Bewegungen 2 Minuten lang geschüttelt. Genau 0,7 ml Natriumhydroxydlösung werden daraufhin tropfenweise dem Gemisch zugegeben, bis die Farbe der Farbstandard-

Lösung gleich, und mindestens 30 Sekunden bestehen bleibt. Die abgelesene Zahl an der Natriumlaugenspritze beim vorgeschriebenen Farbumschlag ergibt direkt den Wert des Bikarbonates im Serum.

b) von Chlor

Mit der geeichten Probenspritze wird 1 ml der zu untersuchenden Lösung abgemessen, mit 5 Tropfen Diphenylcarbazon-Indikator versetzt und mit 3 Tropfen Salpetersäure angesäuert. Genau 1 ml Quecksilbernitratlösung wird mit der dafür vorgesehenen Spritze mit umgekehrter Graduierung aufgezogen und tropfenweise unter Schütteln dem zu untersuchenden Serum-Säure-Gemisch bis zum violetten Farbumschlag zugefügt. Der Wert ist direkt an der Graduierung der Spritze abzulesen.

4. STATISTISCHE PRÜFUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

- a) Zur Prüfung der Untersuchungsergebnisse wurde zuerst das arithmetische Mittel errechnet. Man erhält es dadurch, daß man die sich ergebenden Einzelwerte einer Reihe addiert und durch die Zahl der Versuche dividiert.

$$\bar{x} = \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)}{n}$$

- b) Das Streuungsmaß einer Untersuchungsreihe wird durch die Standardabweichung s gekennzeichnet:

$$s = \sqrt{\frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

- c) Die Differenzen der Mittelwerte wurden auf Signifikanz mittels des t-Testes geprüft.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{n}}$$

$$s = \frac{s_1 + s_2}{2}$$

$$n = \frac{n_1 + n_2}{2}$$

Die t -Werte wurden anhand der Students t -Verteilungstabelle von KREYSZIG (19) ausgewertet.

Die Differenzen der Mittelwerte der vor und nach der Narkose entnommenen Blutentnahmen wurden auf Signifikanz geprüft.

Unter den Ergebnistabellen stehen jeweils die Mittelwerte ($\bar{x}$), die Standardabweichung (s) und die Signifikanzwerte (t).

5. DIE UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE werden zusammen mit ihren statistischen Werten in den Tabellen 1-6 aufgezeigt. Die näheren Daten über die Versuchstiere in Bezug auf Gewicht, Alter, Geschlecht und Art der Narkose werden in den Tabellen I-VI angeführt. Die in den Listen auftretenden Tiernummern stimmen miteinander überein.

Die Mittelwerte der Versuchsreihen werden graphisch dargestellt.

ERGEBNISTABELLEN

TABELLE 1

Versuchsreihe am Hund

Applikation: zur Narkose Thiogenal i. v.

zur Prämedikation Combelen und Polamivet i. m.

Bikarbonat

Tier Nr.	Alter	vor d. Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	5	20 mval	17 mval	19 mval	20 mval	22 mval
2	7	21 mval	19 mval	22 mval	20 mval	20 mval
3	1	20 mval	18 mval	20 mval	20 mval	21 mval
4	1	22 mval	19 mval	22 mval	22 mval	20 mval
5	8	20 mval	19 mval	19 mval	20 mval	20 mval
6	2	19 mval	21 mval	21 mval	21 mval	20 mval
7	9	13 mval	19 mval	16 mval	15 mval	15 mval
8	1	24 mval	26 mval	24 mval	24 mval	24 mval
9	2	23 mval	20 mval	22 mval	24 mval	24 mval
10	2	22 mval	22 mval	25 mval	24 mval	23 mval
x =		20,4 mval	20,0 mval	21,0 mval	21,0 mval	20,9 mval
s =		+9,3	+8,3	+7,8	+8,2	+9,1
t =		← 0,5 →				

Chlor

Tier Nr.	Alter	vor d. Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	5	110 mval	108 mval	110 mval	110 mval	112 mval
2	7	120 mval	119 mval	120 mval	120 mval	119 mval
3	1	124 mval	123 mval	123 mval	122 mval	122 mval
4	1	116 mval	119 mval	115 mval	115 mval	116 mval
5	8	122 mval	122 mval	122 mval	122 mval	119 mval
6	2	121 mval	120 mval	121 mval	122 mval	121 mval
7	9	123 mval	118 mval	120 mval	120 mval	123 mval
8	1	123 mval	121 mval	122 mval	122 mval	123 mval
9	2	124 mval	120 mval	122 mval	122 mval	124 mval
10	2	119 mval	116 mval	119 mval	119 mval	119 mval
x =		120,2 mval	118,6 mval	119,2 mval	119,4 mval	119,8 mval
s =		+13,1	+12,6	+30,5	+23,5	+10,9
t =		← 0,31 →				

TABELLE 2

Versuchsreihe am Hund

Applikation: zur Narkose Thiogenal i. v.

zur Prämedikation Polamivet i. m.

Bikarbonat

Tier Nr.	Alter	vor der Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	6	32 mval	30 mval	30 mval	29 mval	31 mval
2	4	20 mval	17 mval	18 mval	20 mval	20 mval
3	6 1	21 mval	18 mval	20 mval	22 mval	21 mval
4	4	20 mval	22 mval	23 mval	25 mval	20 mval
5	1	21 mval	19 mval	21 mval	21 mval	21 mval
6	3	26 mval	22 mval	25 mval	28 mval	25 mval
7	7	32 mval	30 mval	30 mval	29 mval	31 mval
8	9	20 mval	18 mval	19 mval	21 mval	20 mval
9	2	19 mval	22 mval	16 mval	18 mval	24 mval
10	3	20 mval	24 mval	23 mval	25 mval	20 mval
x =		23,1 mval	21,1 mval	22,5 mval	23,8 mval	23,3 mval
s =		+5,1	+8,6	+5,1	+3,8	+4,5
t =		← 0,92 →				

Chlor

Tier Nr.	Alter	vor der Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	6	109 mval	108 mval	105 mval	106 mval	109 mval
2	4	117 mval	115 mval	115 mval	116 mval	116 mval
3	6	123 mval	118 mval	118 mval	117 mval	123 mval
4	4	115 mval	112 mval	109 mval	110 mval	115 mval
5	1	124 mval	119 mval	119 mval	119 mval	123 mval
6	3	123 mval	122 mval	117 mval	120 mval	118 mval
7	7	109 mval	108 mval	105 mval	106 mval	110 mval
8	9	124 mval	118 mval	116 mval	120 mval	125 mval
9	2	112 mval	105 mval	105 mval	100 mval	115 mval
10	3	115 mval	112 mval	110 mval	112 mval	118 mval
x =		117,1 mval	113,7 mval	111,9 mval	112,6 mval	117,2 mval
s =		+ 5,9	+ 5,5	+ 5,1	+ 5,1	+ 5,2
t =		← 3,5 →				

TABELLE 3

Versuchsreihe am Hund

Applikation: zur Narkose Halothan, inhaliert mit Maske
zur Prämedikation Combelen und Polamiver

Bikarbonat

Tier Nr.	Alter	vorder Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	2	20 mval	18 mval	19 mval	20 mval	20 mval
2	7	20 mval	19 mval	20 mval	20 mval	20 mval
3	2	26 mval	23 mval	24 mval	25 mval	26 mval
4	5	18 mval	23 mval	20 mval	20 mval	20 mval
5	1	18 mval	20 mval	25 mval	21 mval	21 mval
6	2	20 mval	21 mval	24 mval	22 mval	22 mval
7	2	25 mval	23 mval	25 mval	23 mval	22 mval
8	2	26 mval	25 mval	20 mval	25 mval	27 mval
9	2	25 mval	23 mval	24 mval	26 mval	25 mval
10	3	27 mval	25 mval	26 mval	28 mval	26 mval
x =		22,5 mval	22,0 mval	22,7 mval	23,0 mval	22,9 mval
s =		+3,6	+2,3	+2,4	+8,2	+8,4
t =		← 0,56 →				

Chlor

Tier Nr.	Alter	vor der Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	2	114 mval	118 mval	115 mval	113 mval	113 mval
2	7	115 mval	110 mval	115 mval	113 mval	115 mval
3	2	119 mval	122 mval	119 mval	118 mval	119 mval
4	5	119 mval	114 mval	118 mval	119 mval	119 mval
5	1	124 mval	122 mval	122 mval	122 mval	118 mval
6	2	121 mval	120 mval	120 mval	120 mval	120 mval
7	2	122 mval	119 mval	121 mval	123 mval	122 mval
8	2	118 mval	115 mval	118 mval	117 mval	117 mval
9	2	119 mval	117 mval	114 mval	118 mval	117 mval
10	3	118 mval	117 mval	112 mval	114 mval	117 mval
x =		118,9 mval	117,4 mval	117,7 mval	117,7 mval	117,7 mval
s =		+ 7,7	+11,2	+ 9,7	+10,5	+ 7,6
t =		← 1,19 →				

TABELLE 4

Versuchsreihe am Hund

Applikation: zur Narkose Halothan mit Maske
zur Prämedikation Plamivet i. m.

Bikarbonat

Tier Nr.	Alter	vor der Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	6	26 mval	21 mval	24 mval	24 mval	26 mval
2	8	25 mval	21 mval	23 mval	24 mval	20 mval
3	9	26 mval	24 mval	26 mval	26 mval	26 mval
4	6	27 mval	22 mval	23 mval	25 mval	26 mval
5	9	22 mval	18 mval	19 mval	22 mval	21 mval
6	10	21 mval	16 mval	20 mval	20 mval	20 mval
7	9	19 mval	19 mval	26 mval	19 mval	19 mval
8	10	25 mval	19 mval	22 mval	22 mval	24 mval
9	10	21 mval	20 mval	21 mval	22 mval	21 mval
10	10	25 mval	25 mval	31 mval	18 mval	25 mval
x =		23,7 mval	20,5 mval	23,5 mval	23,2 mval	22,8 mval
s =		+2,71	+2,9	+3,4	+2,7	+2,8
t =		← 3,7 →				

Chlor

Tier Nr.	Alter	vorder Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	6	112 mval	117 mval	113 mval	114 mval	113 mval
2	8	118 mval	117 mval	118 mval	118 mval	117 mval
3	9	110 mval	113 mval	110 mval	112 mval	110 mval
4	6	118 mval	118 mval	118 mval	117 mval	119 mval
5	9	114 mval	112 mval	117 mval	114 mval	113 mval
6	10	123 mval	117 mval	120 mval	120 mval	118 mval
7	9	110 mval	122 mval	118 mval	120 mval	110 mval
8	10	120 mval	118 mval	119 mval	120 mval	120 mval
9	10	118 mval	120 mval	123 mval	116 mval	117 mval
10	10	112 mval	120 mval	118 mval	115 mval	113 mval
x =		115,5 mval	117,4 mval	117,4 mval	116,6 mval	115,0 mval
s =		+ 4,7	+ 3,006	+ 3,45	+ 2,7	+ 3,7
t =		← 1,57 →				

TABELLE 5

Versuchsreihe am Pferd

Applikation: zur Narkose Thiogenal i. v.

zum Ablegen 4 ml Combelen

18 ml Polamivet

50 g My 301 (Guajacolglycerinäther)

Bikarbonat

Tier Nr.	Alter	vorder Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	8	26 mval	23 mval	28 mval	26 mval	25 mval
2	10	15 mval	22 mval	23 mval	23 mval	25 mval
3	10	30 mval	27 mval	28 mval	26 mval	29 mval
4	8	25 mval	23 mval	28 mval	26 mval	25 mval
5	8	25 mval	24 mval	24 mval	24 mval	26 mval
6	11	26 mval	24 mval	25 mval	25 mval	25 mval
7	6	26 mval	23 mval	23 mval	24 mval	26 mval
8	9	29 mval	22 mval	25 mval	25 mval	28 mval
9	6	29 mval	23 mval	27 mval	25 mval	28 mval
10	7	23 mval	19 mval	20 mval	20 mval	23 mval
x =		26,5 mval	23,0 mval	25,1 mval	24,4 mval	26,0 mval
s =		+7,5	+6,0	+8,01	+5,4	+5,4
t =		← 1,55 →				

Chlor

Tier Nr.	Alter	vor der Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	8	108 mval	104 mval	108 mval	108 mval	108 mval
2	10	103 mval	100 mval	101 mval	104 mval	104 mval
3	10	105 mval	100 mval	103 mval	110 mval	108 mval
4	8	108 mval	104 mval	108 mval	108 mval	108 mval
5	8	110 mval	105 mval	105 mval	105 mval	110 mval
6	11	110 mval	102 mval	105 mval	109 mval	110 mval
7	6	105 mval	100 mval	100 mval	105 mval	105 mval
8	9	109 mval	104 mval	105 mval	109 mval	109 mval
9	6	108 mval	105 mval	104 mval	105 mval	105 mval
10	7	100 mval	96 mval	100 mval	100 mval	110 mval
x =		106,6 mval	102 mval	103,9 mval	106,3 mval	106,7 mval
s =		+10,7	+ 8,8	+ 8,7	+ 9,1	+10,4
t =		← 1,49 →				

TABELLE 6

Versuchsreihe am Pferd

Applikation: zur Narkose Halothan mit der Maske

zum Ablegen 4 ml Combelen

i. v. 18 ml Polamivet

50 g My 301 + 2 g Thiogenal

Bikarbonat

Tier Nr.	Alter	vor der Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	8	25 mval	23 mval	28 mval	26 mval	25 mval
2	10	15 mval	22 mval	23 mval	23 mval	25 mval
3	10	30 mval	27 mval	28 mval	26 mval	29 mval
4	8	25 mval	23 mval	28 mval	26 mval	25 mval
5	8	25 mval	24 mval	24 mval	24 mval	26 mval
6	11	26 mval	24 mval	25 mval	25 mval	25 mval
7	6	26 mval	23 mval	23 mval	24 mval	26 mval
8	9	29 mval	22 mval	25 mval	25 mval	28 mval
9	6	29 mval	23 mval	27 mval	25 mval	28 mval
10	7	23 mval	19 mval	20 mval	20 mval	23 mval
x =		26,5 mval	23,0 mval	25,1 mval	24,4 mval	26,0 mval
s =		+ 7,5	+ 6,0	+ 8,01	+ 5,4	+ 5,4
t =		← 1,55 →				

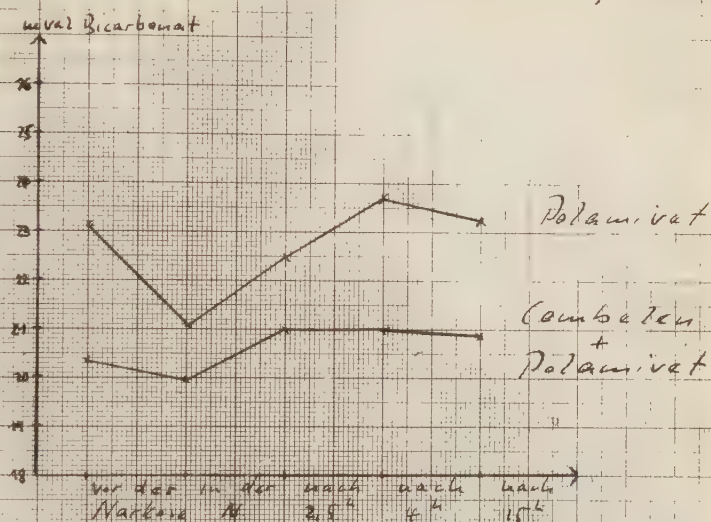
Chlor

Tier Nr.	Alter	vor der Narkose	in d. N. (30 Min.)	nach d. N. 2,5 Std.	nach d. N. 4 Std.	nach d. N. 15 Std.
1	8	108 mval	104 mval	108 mval	108 mval	108 mval
2	10	103 mval	100 mval	101 mval	104 mval	104 mval
3	10	105 mval	100 mval	103 mval	110 mval	108 mval
4	8	108 mval	104 mval	108 mval	108 mval	108 mval
5	8	110 mval	105 mval	105 mval	105 mval	110 mval
6	11	110 mval	102 mval	105 mval	109 mval	110 mval
7	6	105 mval	100 mval	100 mval	105 mval	105 mval
8	9	109 mval	104 mval	105 mval	109 mval	109 mval
9	6	108 mval	105 mval	104 mval	105 mval	105 mval
10	7	100 mval	96 mval	100 mval	100 mval	110 mval
x =		106,6 mval	102,0 mval	103,9 mval	106,3 mval	106,7 mval
s =		+10,7	+ 8,8	+ 8,7	+ 9,1	+10,4
t =		← 1,49 →				

Graphische Darstellung der Mittelwerte der Untersuchungsergebnisse.

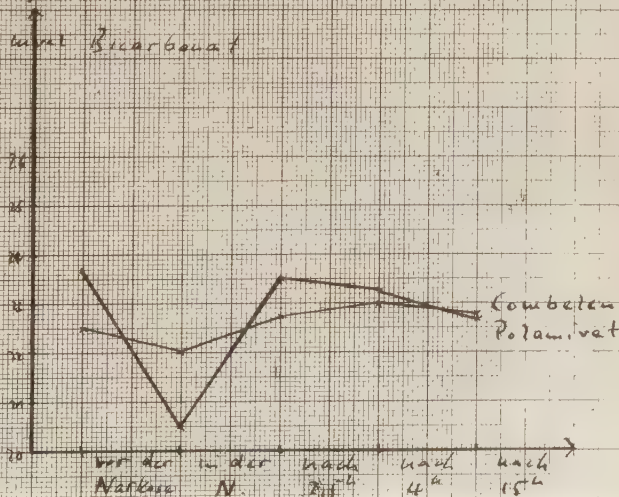
Zu Tabelle 1 und 2

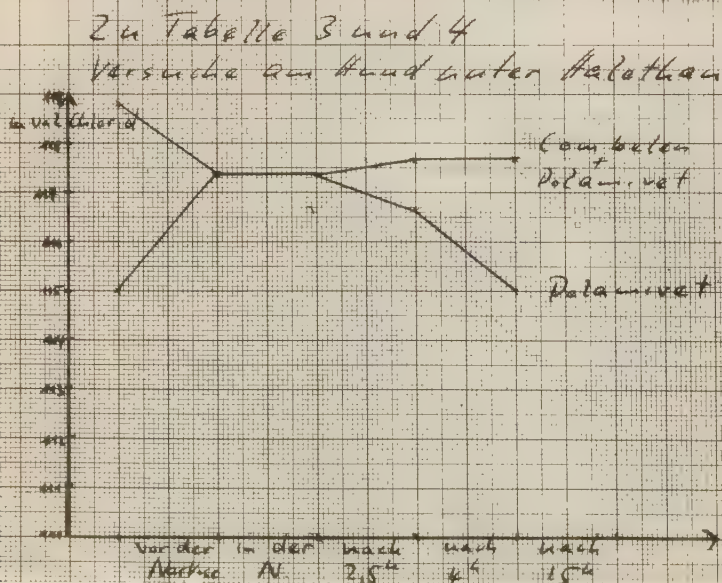
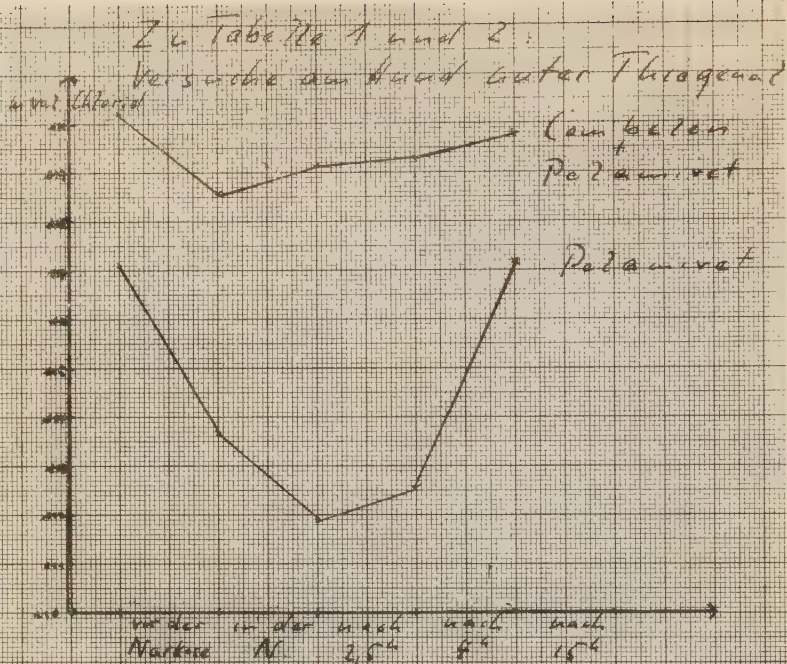
Versuche am Hund unter Thiogenal



Zu Tabelle 3 und 4

Versuche am Hund unter Halothan



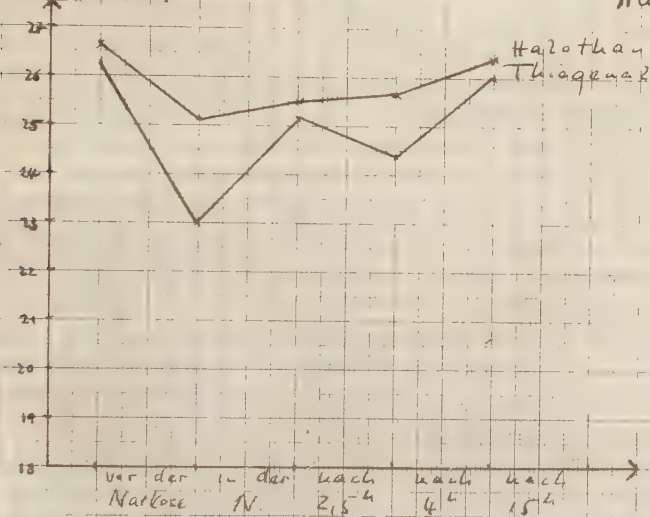


Zu Tabelle 5 und 6:

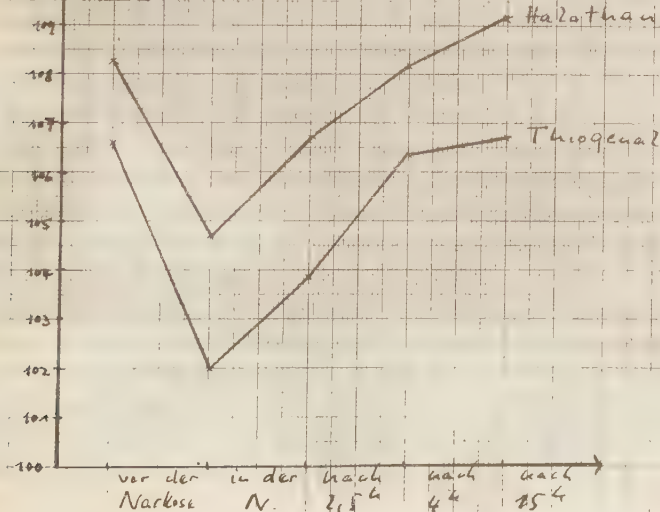
Versuche am Pferd unter Thiogenal bzw.

Halothan

in val Bicarbonat



in val Chlorid



6. BESPRECHUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

40 Hunde und 20 Pferde wurden auf Elektrolytveränderungen in der Narkose untersucht.

An 10 Hunden wurden Untersuchungen in Thiogenalnarkosen mit der Prämedikation Combelen und Polamivet vorgenommen. Der Wert des Bikarbonates vor der Narkose sank während der Narkose von 20,4 mval auf 20,0 mval. Prozentual ausgedrückt beträgt die Differenz zwischen diesen beiden Werten 1,9 %. Laut t-Test liegt keine Signifikanz vor. Nach 2,5 und 4 Stunden stieg der Wert auf 21,0 mval an und war auch noch nach 15 Stunden höher als der Ausgangswert.

Der Serumwert der Chlorionen sank von 120,2 mval auf 118,6 mval, das sind 1,4 %. Auch hier besteht keine Signifikanz. Trotz langsamen Anstiegs ist der Ausgangswert mit 119,8 mval nach 15 Stunden noch nicht erreicht.

An 10 Hunden wurden Untersuchungen in Thiogenalnarkosen und einer Prämedikation von Polamivet allein vorgenommen. Der Wert des Bikarbonates sank in der Narkose von 23,1 mval auf 21,1 mval, das sind 8,8 %. Die Differenz dieser beiden Werte ist nicht signifikant. Nach 2,5 und 4 Stunden waren die Werte mit 22,5 mval bzw. 23,8 mval erhöht und haben nach 15 Stunden mit 23,3 mval ihren Ausgangswert beinahe wieder erreicht.

Die Zahl der Chlorionen sank in der Narkose von 117,1 mval auf 113,7 mval, das ist 2,9 % niedriger als der Ausgangswert. Zwischen diesen beiden Werten besteht keine Signifikanz. Nach 2,5 Stunden sank der Wert auf 111,9 mval ab und stieg dann nach 4 Stunden mit 112,6 mval wieder bis zum Ausgangswert von 117,2 mval.

An 10 Hunden wurden Untersuchungen unter Halothannarkosen mit der Prämedikation Combelen und Polamivet vorgenommen. Während der Narkose sank der Wert des Bikarbonates von 22,5 mval auf 22,0 mval, das sind 2,3 %. Signifikanz besteht nicht. Nach 2,5 Stunden stieg der Wert auf 22,7 mval, hat nach 4 Stunden mit 23,0 mval seinen höchsten Stand erreicht und sank nach 15 Stunden auf 22,9 mval.

Der Chlorionenwert sank von 118,9 mval in der Narkose auf 117,4 mval ab, also um 1,3 %. Zwischen den beiden Werten besteht keine Signifikanz. Nach 2,5 Stunden war der Wert der gleiche, nach 4 und 15 Stunden betrug er 117,4 mval. Der Ausgangswert war noch nicht erreicht.

An 10 Hunden wurden Untersuchungen mit Halothannarkosen und einer Prämedikation von Polamivet allein vorgenommen. In der Narkose sank der Wert des Bikarbonates von 23,7 mval auf 20,5 mval, das ist ein Absinken um 13,6 %. Signifikanz zwischen diesen

beiden Untersuchungsergebnissen besteht keine. Nach 2,5 und 4 Stunden stieg der Wert auf 23,5 mval bzw. 23,2 mval an, sank jedoch nach 15 Stunden auf 22,8 mval.

Der Wert der Chlorionen stieg von 115,5 mval auf 117,4 mval an, das ist eine Erhöhung von 1,1 %. Signifikanz besteht nicht. Nach 2,5 Stunden betrug der Wert 117,4 mval, er sank nach 4 Stunden auf 116,6 mval und nach 15 Stunden auf 115,0 mval.

An 10 Pferden wurden Untersuchungen mit Thiogenalnarkosen vorgenommen. Dabei sank der Wert des Bikarbonates in der Narkose von 26,3 mval auf 23,0 mval, das ist ein Absinken um 12,6 %. Die Differenz zwischen diesen beiden Werten ist nicht signifikant. Nach 2,5 Stunden stieg der Wert auf 25,1 mval an, sank jedoch nach 4 Stunden auf 24,4 mval und hat nach 15 Stunden mit 26,0 mval seinen Ausgangswert noch nicht ganz erreicht.

Die Chlorionenwerte sanken von 106,6 mval auf 102,0 mval, das sind 4,6 %. Signifikanz ist nicht vorhanden. Die Werte steigen von 103,9 mval über 106,3 mval langsam auf 106,7 mval an.

An 10 Pferden wurden Untersuchungen mit Halothannarkosen vorgenommen. Hierbei sanken die Bikarbonatwerte in der Narkose von 26,6 mval auf 25,1 mval, das ist eine Differenz von 5,7 %. Es besteht keine Signifikanz. Nach 2,5 und 4 Stunden stiegen die Werte von 25,5 mval auf 25,7 mval an und haben nach 15 Stunden mit 26,4 mval ihren Ausgangswert beinahe wieder erreicht.

Die Chlorionenwerte sanken von 108,3 mval auf 104,8 mval, also um 3,3 %. Die Differenz zwischen diesen beiden Werten ist nicht signifikant. Nach 2,5 Stunden stieg die Zahl der Ionen wieder an, sie beträgt nach 4 Stunden 108,2 mval und hat nach 15 Stunden mit 109,2 mval den Ausgangswert etwas überschritten.

Die in dieser Versuchsreihe erhaltenen Werte bekräftigen die Widersprüche, die in der Literatur über die Veränderungen der Bikarbonat- und Chlorionen während und nach der Narkose bereits bestehen.

Eine gewisse Gesetzmäßigkeit ist jedoch trotz der unbedeutenden Schwankungen evident. Die des Bikarbonates, während der Narkose zu sinken, nach 15 Stunden aber oft -vielleicht reaktiv- höher als der Ausgangswert zu sein, zeigte sich in mehreren Versuchen. (Vergleiche: Narkosen und -Thiogenalnarkosen mit Prämedikation Comb. + Polam., Thiogenalnarkosen + Polam., Halothannarkosen mit Prämedikation Comb. + Polam.)

Ein ähnliches Verhalten zeigen die bei den Chlorionen ermittelten Serumwerte. Sie sinken während der Narkose unter ihren Ausgangswert ab, wobei

sie auch nach 15 Stunden ihren Normalwert noch nicht erreicht haben. Als einzige Ausnahme ist das Ansteigen der Chlorionenwerte beim Hund während Halothannarkose mit der Prämedikation Polamivet zu verzeichnen.

Übereinstimmend mit diesen Ergebnissen berichtet CARSTENSEN (6), daß sich das Chlorid wechselnd verhält, das Bikarbonat schon während der Narkose und unmittelbar danach erniedrigt ist. Auch nach JEANNERET (20) sinkt der Chlorgehalt im Serum unter die Norm. Ebenso stellte BILTSTEIN (2) ein deutliches Absinken des Chlorids während der Narkose fest. MÜLLER (30) kam in seiner Arbeit zu dem Ergebnis, daß sich das Natrium während und nach der Narkose bei Hund, Pferd und Schwein schwankend verhält, woraus sich auch Schlüsse auf das Chlor ableiten lassen, das ja ein hartnäckiger Begleiter des Natriums ist. Auch ANTER, BAY, CARSTENSEN, HORATZ und SCHEIBE (1) geben keine wesentlichen Veränderungen der Chloridwerte durch Steroidnarkosen an, wogegen TIEMANN (48) bereits eine Vermehrung der Chloride während der Narkose im Harn feststellte. MEYER (29) beschreibt ein Ansteigen des Chlorids in Äther- und Cyclopropannarkosen, STAIB und Mitarbeiter (46) dagegen kamen durch ihre Untersuchungen zu der Erkenntnis, daß der Chlorionenwert sich sowohl in Äther- als auch in Barbiturat- und Halothannarkosen nur unwesentlich verändert.

HARTENBACH (15) konnte bereits nach der Prämedikation ein Absinken des Bikarbonatgehaltes im Serum feststellen. Ebenso waren bei MAURATH und SOMMERKAMP (25) die Bikarbonatwerte bei ihren Untersuchungen an Hunden in Halothannarkosen erniedrigt, während STAIB und Mitarbeiter (47) keine ausgeprägten Wertunterschiede im Bikarbonat Spiegel während Halothannarkosen beschreiben.

Allgemein ist festzustellen, daß die Elektrolytverschiebungen während der Narkose bei Hund und Pferd geringgradig sind. Ein Unterschied des Einflusses der einzelnen Narkosemittel auf die Elektrolytzusammensetzung war nicht festzustellen, ebenso zeigten die beiden Prämedikationen, Polamivet und Combelen, keinen Unterschied in ihrer Wirkung auf die Elektrolyte, außer daß in der Versuchsreihe der Halothannarkosen beim Hund mit der Prämedikation Polamivet ein Ansteigen des Cl-Gehaltes im Serum zu verzeichnen war. Dieser Anstieg wurde wohl am ehesten durch das Polamivet bewirkt, da es als Morphinpräparat besonders in Kombination mit dem die Atmung dämpfenden Halothan atemdepressiv wirkt und die Nierentätigkeit vermindern kann.

Als Ursachen dieser geringen Elektrolytschwankungen müssen wohl die angewandten Narkosemittel angenommen werden, die Blutdruckschwankungen und Atemdepression nach sich ziehen.

Durch das Ablegen und Ruhigstellen der Tiere werden diese Atemdepressionen

verstärkt, sodaß sie wohl zu Veränderungen im Serum-Bikarbonat-Spiegel führen können.

Trotz der vielen verschiedenen Angaben in der Literatur über die Schwankungen der Bikarbonat- und Chlorionenkonzentrationen während der Narkose sind sich die Autoren aber einig, daß diese geringfügigen Elektrolytverschiebungen keiner Substitution bedürfen.

E. ZUSAMMENFASSUNG

- 1.) Die Literatur über das Verhalten der Elektrolyte Bikarbonat und Chlor im Organismus und über die Veränderungen des Elektrolythaushaltes während der Narkose wird besprochen.
- 2.) Eine Tabelle der Normalwerte der Bikarbonat- und Chlorionen wird zusammengestellt.
- 3.) Die Aufgaben der Anionen Bikarbonat und Chlor im Organismus werden besprochen.
- 4.) Die wichtigsten Bestimmungsmethoden der Anionen im Blutserum werden besprochen.
- 5.) Die Blutentnahme sowie die Aufbereitung des Blutes für die Messung werden beschrieben.
- 6.) Der Meßvorgang wird aufgezeichnet.
- 7.) Die Untersuchungsergebnisse werden statistisch geprüft.
- 8.) Bei 40 Hunden werden die Serumelektrolytwerte von Bikarbonat und Chlor unter Thiogenal- und Halothannarkosen mit der Prämedikation Polamivet bzw. Polamivet und Combelen untersucht.
- 9.) An 20 Pferden werden die Serumelektrolytwerte von Bikarbonat und Chlor unter Thiogenal- und Halothannarkosen mit der Prämedikation Combelen, Polamivet und My 301 untersucht.
- 10.) Bei allen untersuchten Tieren wird während der Narkose ein Absinken des Bikarbonates verzeichnet. Auch der Chlorgehalt sinkt ab, nur bei der Halothannarkose des Hundes mit Polamivetprämedikation steigt er an.
- 11.) Die möglichen Ursachen dieser geringgradigen Elektrolytveränderungen werden besprochen.

F. LITERATURVERZEICHNIS

- 1) Anter, J., V. Bay, E. Carstensen, K. Horatz, O. Scheibe:
Steroide als Narkotika unter Berücksichtigung der Veränderungen im Mineralstoffwechsel.
Anästhesist, 1958/59, 7, 169
- 2) Biltstein:
Rev. belg. sc. med. 1937, 10, 371
zit. nach Maurer und Hofmeister (26)
- 3) Bland, J. H. :
Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes.
Verlag Gg. Thieme, Stuttgart 1959
- 4) Boyle, P. J., E. J. Conway:
Potassium Cumulation In Muscle
And Associated Changes.
J. Physiol. 1941, 1, 100
- 5) Brüggemann, J. :
aus Scheunert-Trautmann; Lehrbuch der Veterinärphysiologie.
Verlag P. Parey, Berlin u. Hamburg 1957, 1965
- 6) Carstensen, E. :
Experimentelle Untersuchungen über den Elektrolythaushalt Operierter, besonders hinsichtlich des Kaliumstoffwechsels.
Materia Med. Nordmark 1961, Nr. 43
- 7) Davies:
zit. nach Kolb
Lehrbuch der Physiologie der Haustiere (17)
- 8) Eisler:
Zt. exp. Med. 1929, 68, 529
- 9) Ellinger, F. :
Klin. Wschr. 1931, 2036
- 10) Fischbach:
Grundriß der Physiologie und der physiol. Chemie
Verlag R. Müller u. Steineke, München 1960
- 11) Fleischer, W. und E. Fröhlich:
Elektrolytkompodium
Verlag B. Schwabe, Stuttgart-Basel 1960
- 12) Fritsch, R.
Die Eignung des Guacolglycerins zum Ablegen von Pferd und Rind und zur Dauerrelaxation in der Tetanustherapie.
Habil. Schrift, München 1963
Zbl. Vet. Med. 1965

- 13) Gamble, J. L.: Extracellular Fluids.
Harvard Univ. Press, Cambridge Mass. 1954
- 14) Hallmann, L.: Klin. Chemie und Mikroskopie.
Verlag Gg. Thieme, Stuttgart 1958
- 15) Hartenbach, W.: Mchn. Med. Wschr. 1956, 13, 433 u. 14, 476
- 16) Holmeieier, H. J.: Med. Klinik, 1964, 59, 1992
- 17) Kolb, E.: Lehrbuch der Physiologie der Haustiere.
Verlag G. Fischer, Jena, 1962
- 18) Kraft, H.: Labormethoden der Veterinärmedizin bei Haustieren.
Parke, Davis & Co, Veterinärabteilung
- 19) Kreyszig, E.: Statistische Methoden und ihre Anwendung.
Verlag Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 1965
- 20) Jeanneret: Helv. med. Acta 1954, 3, 199
- 21) Jovy, D.: Dtsch. med. Wschr. 1936, 241
- 22) Lang, K.: Biochemie der Ernährung.
Verlag Dr. D. Steinkopf, Darmstadt 1957
- 23) Lang, K.: Verbesserung der Methodik der Chloridbestimmung
im Blut.
Biochem. Zschr. 1937, 290, 289
- 24) Lehnartz, E.: Chem. Physiologie
Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg,
1959
- 25) Maupoth, I., H. Sommerkamp:
Europ. Kongreß f. Anästhesiologie des Weltbundes
d. Anästhesiengesellschaften vom 3.-9. Sept. 1962,
Wien, Hofburg,
Anästhesist 1962/63, 15, 53
- 26) Maurer, G., L. Hofmeister:
Die prakt. Bedeutung des Wasser- u. Elektrolythaushaltes in der chir. Behandlung.
Ferd. Enke-Verlag, Stuttgart 1958
- 27) May, H.: Neue Konzeptionen in der Wasser- u. Salzsubstitution.
Münchn. Med. Wschr. 1963, 15, 798

- 28) Mond, R., M. Netter:
Ändert sich die Ionenpermeabilität des Muskels während seiner Arbeit?
Pflügers Arch. Physiol. 1930, 224, 702
- 29) Meyer, M.: Die Bedeutung der Elektrolyte für Anästhesie und post-operative Therapie.
Anästhesist, 1960, 1, 1-6
- 30) Müller, E.: Veränderungen der Blutelektrolyte Na und K in der Narkose bei Pferd, Hund und Schwein.
Vet. Diss. München 1965
- 31) Müller-Seifert: Taschenbuch d. med.-klin. Diagnostik.
Parey-Verlag, Berlin, Hamburg, 1960
- 32) Nonnenbruch, W.: Erg. Chir. 1930, 23
- 33) Papper, E. M.: J. Am. med. Ass. 1953, 152, 1686
- 34) Pitts, R. F.: Modern Concepts Of Acid-Base Regulation .
Arch. intern. Med. 1952, 89, 846
- 35) Prieur: Kleintierpraxis, 1961, 6, 36
- 36) Puhl, E., H. Nonnenbruch:
Zbl. Chir. 1935, 62, 2823
- 37) Rohonyi, H.: Mchn. Med. Wschr. 1920, 8, 51
- 38) Schütte, E.: Mels. med. pharm. Mitt. 1958, 89, 1615
- 39) Schneider, H.: Die Flüssigkeits- u. Elektrolytbehandlung.
Dtsch. Med. Wschr. 1955, 2, 1702
- 40) Schwab, M., K. Kühns:
Die Störungen des Wasser- u. Elektrolytstoffwechsels.
Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg
- 41) Scribner, B. H.: Proc. Staff. Meeting
Mayo Clinic, 1950, 25, 641
- 42) Scribner, B. H., Caillouette:
J. Am. Med. Ass. 1954
- 43) Scribner, B. H., Power, Rynearson:
Bedside Management Of Problems Of Fluid Balance.
J. Am. Med. Ass. 1950

- 44) van Slyke: J. of biol. Chem. 1919, 38, 167
- 45) van Slyke, Stillman, Cullen:
J. biol. Chem. 1919, 38, 210
- 46) Staib, E., R. Dietrich, A. Nast, M. Bernard, I. Staib:
Elektrolytveränderungen bei Narkosen mit Halothan
im Vergleich mit Pentothal und Äther.
Arzneimittelf. 1961, 11, 1060-1066
- 47) Staib, I., M. Bernard, E. Kirchner, J. Maurath, W. H. Müller:
Elektrolytuntersuchungen bei Halothannarkosen,
Anästhesist, 1961, 11, 330-334
- 48) Tiemann, E.: Erg. Chir. 1930, 23
- 49) Westhues, M., E. Berge:
Tierärztliche Operationslehre
Verlag P. Paray, Berlin-Hamburg 1961

Herrn Priv.-Doz. Dr. R. Fritsch möchte ich hiermit für die Überlassung des Themas und die mir unermüdlich bei der Ausführung der Versuche gewährleistete Hilfe meinen besonderen Dank aussprechen.

Für die Möglichkeit, an der Chirurgischen Tierklinik meine Arbeit ausführen zu dürfen, danke ich Herrn Prof. Dr. M. Westhues herzlich.

G. LEBENSLAUF

Am 18.2.1940 wurde ich als Tochter des prakt. Tierarztes Dr. Hans Behringer und seiner Ehefrau Maria geb. Rothenbacher in München geboren.

Die Volksschule sowie die Oberrealschule besuchte ich in München.

Nach dem Abitur studierte ich an der Universität München Tiermedizin. Am 30.7.1964 bestand ich das Tierärztliche Staatsexamen.

Vom 1.10.1964 bis 28.2.1965 war ich als Praktikantin an der Medizinischen Universitätstierklinik tätig, danach zwei Monate am Münchner Schlachthof.

Meine Bestallung als Tierärztin bekam ich am 1.5.1965.

At 10:30 a.m. on June 1, 1901, the
U. S. Geological Survey and other parties left for
the field in the following order:
The party left for the field at 10:30 a.m.
and arrived at the field at 11:30 a.m.
The party then proceeded to the field
and worked until 5:30 p.m.
The party then returned to the
camp at 6:30 p.m.
The party then proceeded to the
field at 7:30 a.m.
The party then returned to the
camp at 6:30 p.m.
The party then proceeded to the
field at 7:30 a.m.
The party then returned to the
camp at 6:30 p.m.

